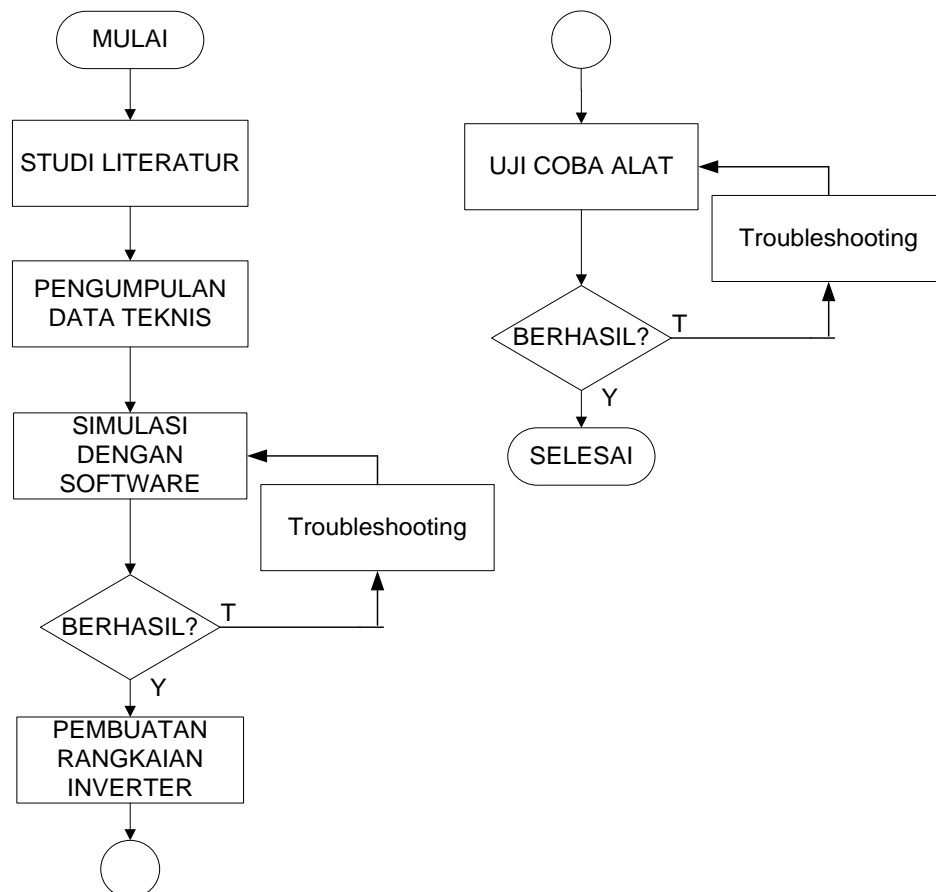


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah, antara lain studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data teknis untuk perncangan inverter, lalu dilakukan simulasi rangkaian dengan menggunakan perangkat lunak MultiSim 12.0 dan Proteus 8.4. Setelah simulasi berhasil dilakukan, maka dilanjutkan dengan pembuatan rangkaian sebagai implementasi dari simulasi. Kemudian dilakukan ujicoba dan *troubleshooting* bila terjadi galat. Adapun diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alur penelitian

3.2. Spesifikasi Sistem

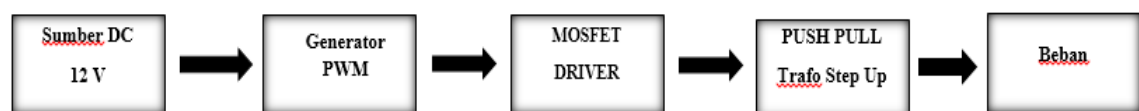
Inverter yang akan di rancang merupakan inverter dengan keluaran *modified* sinusoidal. Inverter ini akan menggunakan akumulator sebagai sumber tegangan searah. Inverter yang dirancang memiliki spesifikasi daya keluaran VA dengan tegangan keluaran maksimum sebesar 240 V dengan bentuk gelombang *modified* sinusoidal.

Tabel 3.1. Spesifikasi perancangan inverter

Parameter	Keterangan
Daya keluaran	200 VA
Tegangan keluaran	<i>Variable voltage</i>
Tegangan masukan	12 VDC
Bentuk gelombang keluaran	Sinusoidal modifikasi
Frekuensi	50 hz

3.3. Diagram Blok Sistem

Inverter yang akan di rancang pada penelitian ini terdiri dari beberapa bagian antara lain generator sinyal PWM, *driver* MOSFET, trafo *step up*. Adapun diagram blok sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Digram blok sistem

Secara sederhana, diagram blok pada gambar 3.2 dapat di jelaskan sebagai berikut:

1. Sumber DC

Sumber DC yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan akumulator dengan tegangan sekitar 12 V. Sumber ini memberikan sumber daya berupa tegangan dan juga arus.

2. Generator PWM

Generator sinyal PWM merupakan rangkaian yang berfungsi membangkitkan sinyal PWM yang digunakan untuk mengendalikan pensaklaran MOSFET. Rangkaian generator PWM ini terdiri IC TL 494.

3. MOSFET Driver

MOSFET *driver* adalah antarmuka antara generator PWM dengan rangkaian *pushpull*.

4. *Pushpull* trafo *step up*

Rangkain *pushpull* merupakan rangkaian yang terdiri dari 2 buah saklar elektronik yang pada penelitian ini digunakan MOSFET. Kemudian terhubung dengan trafo CT. Trafo CT berfungsi untuk menaikkan tegangan AC yang telah di bangkitkan rangkaian *pushpull*.

5. Beban

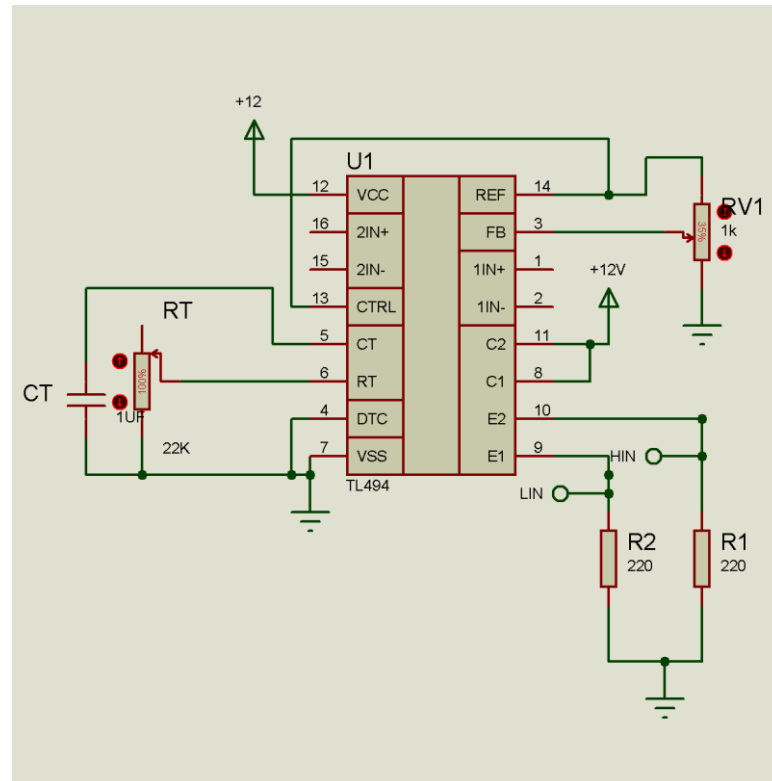
Output keluaran dari transformator akan diberi beban. Beban ini direkomendasikan digunakan untuk sumber penerangan.

3.4. Peralatan Pengukuran

Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui beberapa nilai tegangan keluaran serta bentuk keluaran sinyal inverter yang akan menjadi dasar dan selanjutnya di analisa pada BAB IV. Alat yang digunakan untuk membantu untuk mengukur adalah osiloskop Gw Instek GDS-1152A-U, AVOMeter Heles UX 866TR dan AVOMeter Winner. Osiloskop digunakan untuk melihat bentuk gelombang keluaran dari inverter. Avometer berfungsi untuk menentukan nilai keluaran.

3.5. Perancangan Inverter

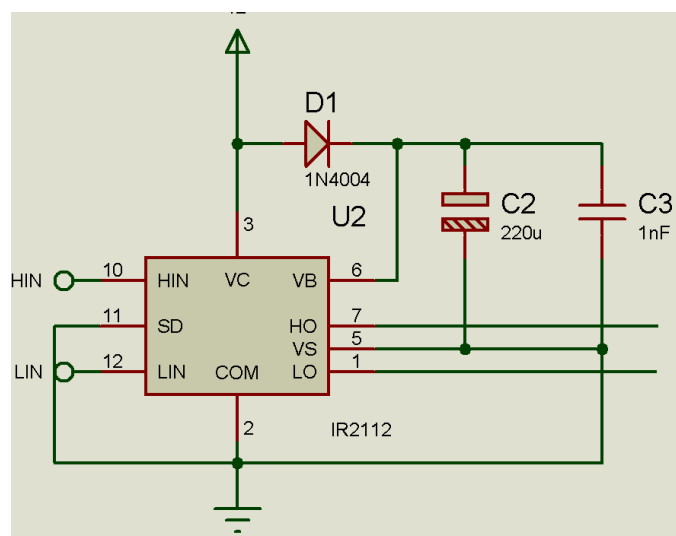
Tahap awal dalam perancangan inverter adalah pembuatan rangkaian inverter. Pada tahap ini merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan tingkat keberhasilan pembuatan alat. Gambar 3.3 merupakan skema rangkaian inverter yang akan digunakan dengan sumber tegangan 12 V.



Gambar 3.4 Rangkaian oscilator inverter

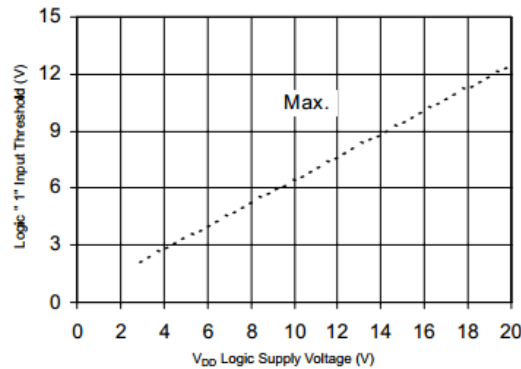
Untuk mengatur *duty cycle* TL 494 adalah dengan mengatur *feedback* yang bersumber dari referensi. *Output* TL 494 ada pada kaki 9 dan 10 yaitu kaki E1 dan E2, dimana dibutuhkan resistor yang dihubungkan dengan *ground*. Resistor berguna sebagai *pull down* dimana agar nilai *output* TL494 tidak mengambang.

3.6.1.2 Driver MOSFET IR2110



Gambar 3.5 Rangkaian driver MOSFET IR 2110

Rangkaian *driver* MOSFET pada inverter ini menggunakan IC IR2110. Untuk bisa bekerja, IR2110 memerlukan tegangan catu baik untuk sisi masukan (V_{DD}) maupun untuk sisi keluaran (V_{CC}). Untuk menentukan besarnya tegangan catu sisi masukan ditentukan oleh grafik V_{DD} terhadap batas masukan logik satu seperti ditunjukkan pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Grafik tegangan catu V_{DD} terhadap batas tegangan masukan untuk logik “1”

Karena tegangan minimal untuk logik satu adalah 4,2V, sehingga tegangan catu masukan IR2110 diatur sebesar 5V. Sedangkan tegangan catu keluaran IR2110 diatur sebesar 12V untuk menjamin nilai keluaran IR2110 sebagai masukan MOSFET mendekati nilai 10V agar MOSFET dapat bekerja pada kondisi *fully on*.

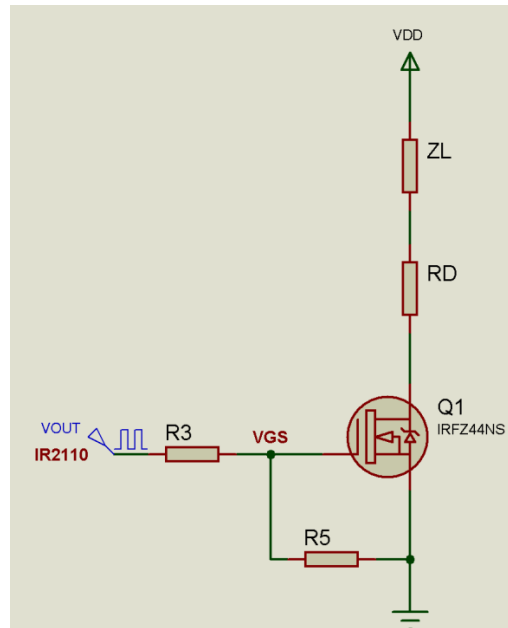
3.6.1.3 Perhitungan IRFZ44N

Rangkaian MOSFET sebagai saklar berfungsi mengalirkan arus dari baterai. Spesifikasi MOSFET semakin bagus maka daya transfer arusnya bisa semakin besar arus yang dapat dilalui. saat MOSFET menjadi saklar harus ada suatu kondisi yang harus dipenuhi

$$I_{D(sat)} < I_{D(on)} \text{ ketika } V_{GS} = V_{GS(on)}$$

$I_{D(on)}$ → Arus yang mengalir dikaki *drain* pada saat MOSFET kondisi *ON*.

$I_{D(sat)}$ → Arus maksimal yang mengalir pada kaki *drain* pada saat MOSFET *ON* untuk menjaga nilai $R_{DS(on)}$ tetap stabil.



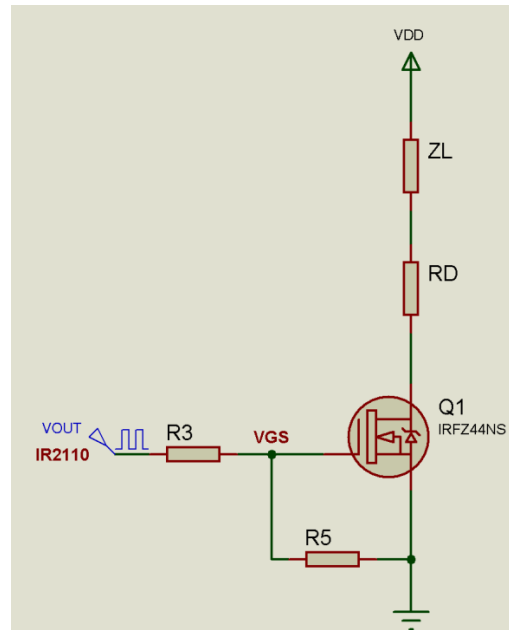
Gambar 3.7 Rangkaian MOSFET

Untuk mengetahui nilai I_D maka kita harus mengetahui Nilai Z_L . Nilai Z_L dapat dicari dengan mengukur nilai induktansi dan resistansi pada trafo yang digunakan.

Tabel 3.2 Nilai $R_{DS(on)}$ MOSFET IRFZ44N

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	55	—	—	V	$V_{GS} = 0V$, $I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.058	—	V/°C	Reference to 25°C, $I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	17.5	mΩ	$V_{GS} = 10V$, $I_D = 25A$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}$, $I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	19	—	—	S	$V_{DS} = 25V$, $I_D = 25A$ ④
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 55V$, $V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 44V$, $V_{GS} = 0V$, $T_J = 150^\circ C$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 20V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -20V$

Dengan melihat data *sheet* agar nilai R_{DS} kecil bila nilai $V_{GS} = V_{GS(on)}$ dimana nilai $V_{GS(on)} = 10V$.



Gambar 3.8 Rangkaian *input output* MOSFET

Dengan menggunakan rumus pembagi tegangan maka kita akan mendapatkan nilai V_{GS} :

$$V_{GS} = \frac{V_{out}}{R3+R5} \times R5 \quad (3.1)$$

Dimana: $V_{GS} = 10V$

$$V_{out} = 12V$$

$$R3 = 22 \Omega$$

Penyelesaian:

$$V_{GS} = \frac{V_{out}}{R3 + R5} \times R5$$

$$10 = \frac{12}{22 + R5} \times R5$$

$$220 + 10R5 = 12 R5$$

$$2R5 = 220$$

$$R5 = 110$$

Dengan menggunakan sebuah IRFZ44N dapat menghantarkan arus sebesar 49 A dengan tegangan sebesar 55 V.

3.6.1.4 Perhitungan Trafo Ideal

Inverter yang dibuat dengan daya sebesar 200 W. Untuk mendesain inverter 200 W dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$P = V \times I \rightarrow I = \frac{P}{V} \quad (3.2)$$

Bila tegangan *input* sebesar 12 V pada sisi primer dan daya yang diinginkan sebesar 200 W, maka:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{200}{12} = 16.67 \text{ A}$$

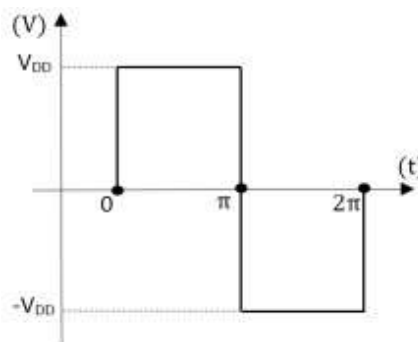
Sedangkan untuk keluaran pada sisi sekunder dengan keluaran sebesar 240 V dan daya yang diinginkan 200 W, maka:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{200}{240} = 0.91 \text{ A}$$

Untuk membuat inverter dengan kapasitas 200 W dibutuhkan trafo *center tap* yang mampu menghantarkan arus sebesar 16.67 A. Namun, trafo yang digunakan pada pengujian kali ini sebesar 10 A sehingga:

$$P = V \times I \rightarrow 12 \times 10 = 120 \text{ W}$$

Dengan demikian, pada *prototype* kali ini daya maksimal yang dapat dihasilkan sebesar 120 W. Artinya, bila arus yang mengalir maksimal 10A maka sebuah IRFZ44N mampu mengalirkannya.



Gambar 3.9 Sinusoidal Kotak

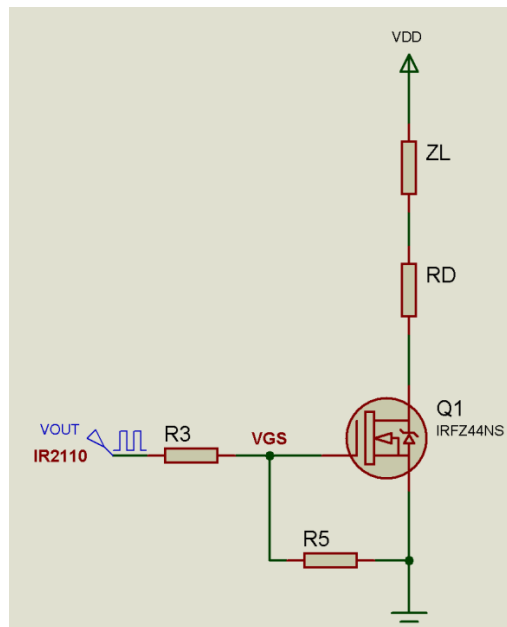
Untuk mencari V_{RMS} dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} V_{rms} &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_{dd}^2(t) dt} \\ &= \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[\int_0^\pi V_{dd}^2(\omega t) d(\omega t) + \int_\pi^{2\pi} (-V_{dd})^2(\omega t) d(\omega t) \right]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\frac{V_{dd}^2}{2\pi} ([\omega t]_0^\pi + [\omega t]_\pi^{2\pi})} \\
&= \sqrt{\frac{V_{dd}^2}{2\pi} ([\pi - 0] + [2\pi - \pi])} \\
&= \sqrt{\frac{V_{dd}^2}{2\pi} ([2\pi])} \\
&= \sqrt{V_{dd}^2} \\
&= V_{dd}
\end{aligned}$$

3.6.1.5 Trafo Center Tap

Setelah melakukan pengukuran impedansi dengan menggunakan RLC meter di dapatkan bahwa nilai dari trafo yang digunakan sebesar 1.88 mH dengan resistansi sebesar 0.89 Ω .



Gambar 3.10 Input output MOSFET

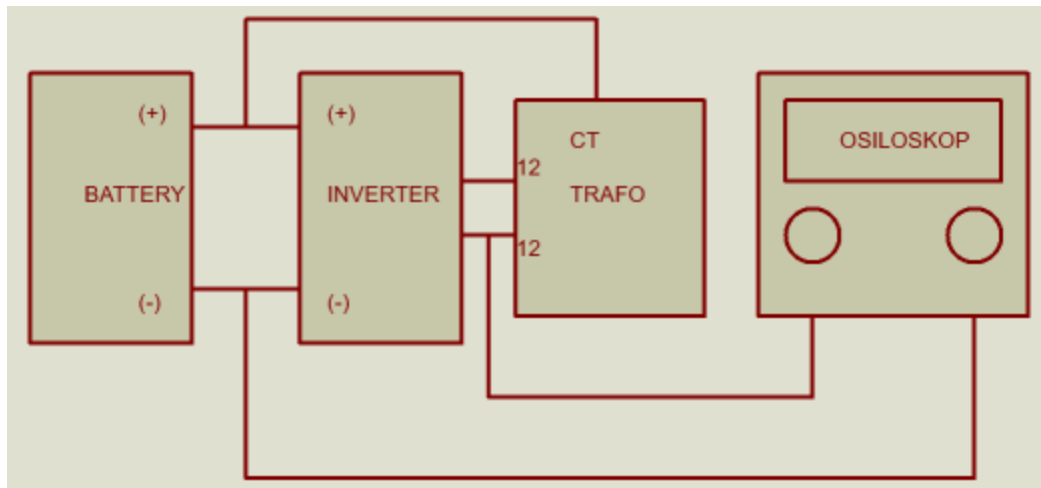
Setelah mengetahui $Z_L = 0.89 \Omega$, $R_{DS} = 0.024$, $V_{dd} = 12 \text{ V}$, serta I_d sebesar 10 A maka:

$$\begin{aligned}
V_{dd} &= I_d \times (Z_L + R_d + R_{DS}) \\
12 &= 10 (0.89 + R_d + 0.024) \\
12 &= 10 (0.914 + R_d) \\
12 &= 9.14 + 10 R_d \\
R_d &= (12 - 9.14)/10 \\
R_d &= 2.86 / 10 = 0.286 \Omega
\end{aligned}$$

3.6. Pengujian Sinyal Keluaran

Dalam pengujian sinyal keluaran inverter, pengujian dilakukan dengan menggunakan alat yang bisa menangkap sinyal keluaran yaitu osiloskop. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

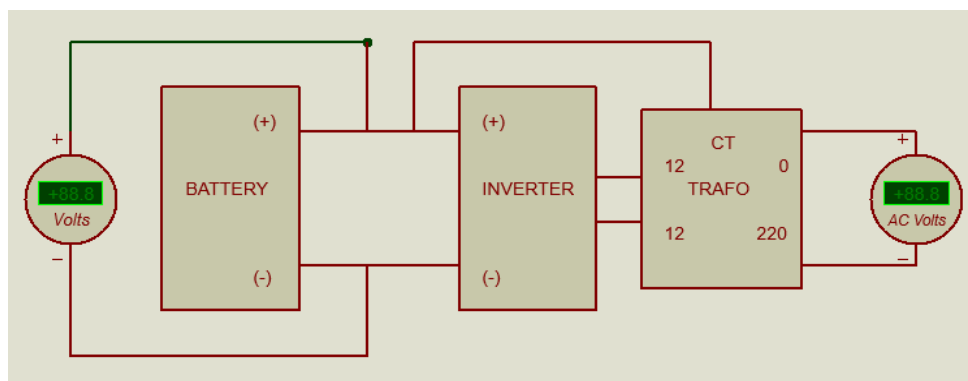
1. Pengujian sinyal gelombang keluaran atau *output* pembangkit sinyal



Gambar 3.11 Pengujian sinyal gelombang keluaran atau *output* pembangkit sinyal

Pada pengujian sinyal gelombang keluaran pembangkit sinyal dipasang osiloskop secara paralel, dengan begitu maka keluaran gelombang dapat ditampilkan pada osiloskop dan di cek apakah telah sesuai dengan harapan.

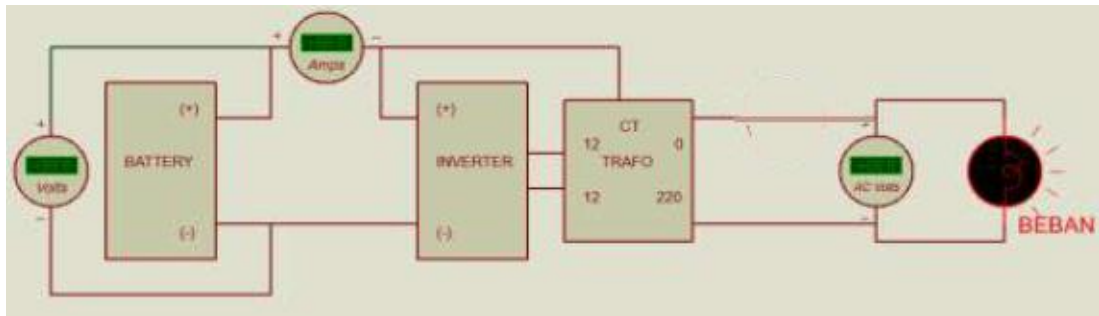
2. Pengujian tegangan dan arus *output* inverter dalam keadaan tanpa beban.



Gambar 3.12 Pengujian tegangan dan arus *output* inverter dalam keadaan tanpa beban

Pada pengujian tegangan inverter tanpa beban dipasang voltmeter AC pada *output* inverter. Tujuan dari pengujian tanpa beban ialah mengetahui perubahan tegangan keluaran dengan *duty cycle* yang digunakan.

3. Pengujian tegangan dan arus *output* inverter dalam keadaan berbeban



Gambar 3.13 Pengujian tegangan dan arus *output* inverter dalam keadaan berbeban

Pada pengujian dengan beban dipasang voltmeter secara paralel dan beban di pasang secara paralel. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perubahan tegangan *output* dengan beban yang digunakan.